

**MACHINE-ASSISTED TRANSLATION (MAT):**

(19) 【発行国】  
 日本国特許庁 ( J P )

(19)[ISSUING COUNTRY]  
 Japanese Patent Office (JP)

(12) 【公報種別】  
 公開特許公報 ( A )

Laid-open (Kokai) patent application number  
 (A)

(11) 【公開番号】  
 特開平 6 - 6 7 0 4 0

(11)[UNEXAMINED PATENT NUMBER]  
 Unexamined-Japanese-patent-No. 6-67040

(43) 【公開日】  
 平成 6 年 ( 1 9 9 4 ) 3 月 1 1  
 日

(43)[DATE OF FIRST PUBLICATION]  
 March 11th, Heisei 6 (1994)

(54) 【発明の名称】  
 中空プラスチック光ファイバと  
 その製造方法

(54)[TITLE]  
 A hollow plastics optical fiber and an its  
 manufacturing method

(51) 【国際特許分類第 5 版】  
 G02B 6/00 391 7036-  
 2K  
 366  
 7036-2K  
 6/20 Z 7036-  
 2K  
 6/22 7036-  
 2K

(51)[IPC]  
 G02B 6/00 391 7036-2K  
 366 7036-2K  
 6/20 Z 7036-2K  
 6/22 7036-2K

【審査請求】  
 未請求

[EXAMINATION REQUEST]  
 UNREQUESTED

【請求項の数】 3

[NUMBER OF CLAIMS] 3

【全頁数】 7

[NUMBER OF PAGES] 7

(21) 【出願番号】  
 特願平 4 - 2 2 4 0 2 9

(21)[APPLICATION NUMBER]  
 Japanese Patent Application No. 4-224029

(22) 【出願日】  
 平成 4 年 ( 1 9 9 2 ) 8 月 2 4

(22)[DATE OF FILING]  
 August 24th, Heisei 4 (1992)

JP6-67040-A



日

(71)【出願人】

(71)[PATENTEE/ASSIGNEE]

【識別番号】

0 0 0 0 0 5 2 9 0

[ID CODE]

000005290

【氏名又は名称】

古河電気工業株式会社

The Furukawa Electric Co., Ltd.

【住所又は居所】

東京都千代田区丸の内2丁目6  
番1号

[ADDRESS]

(72)【発明者】

(72)[INVENTOR]

【氏名】 西口 雅己

Masami Nishiguchi

【住所又は居所】

東京都千代田区丸の内2丁目6  
番1号 古河電気工業株式会社  
内

[ADDRESS]

(72)【発明者】

(72)[INVENTOR]

【氏名】 大石 義昭

Yoshiaki Oishi

【住所又は居所】

東京都千代田区丸の内2丁目6  
番1号 古河電気工業株式会社  
内

[ADDRESS]

(72)【発明者】

(72)[INVENTOR]

【氏名】 山口 三智雄

Michio Yamaguchi

【住所又は居所】

東京都千代田区丸の内2丁目6  
番1号 古河電気工業株式会社  
内

[ADDRESS]

(74) 【代理人】

(74)[PATENT AGENT]

【弁理士】

[PATENT ATTORNEY]

【氏名又は名称】 長門 侃二 Ryuji Nagato

(57) 【要約】

(57)[SUMMARY]

【目的】

光量の伝送能力が優れ、ライトガイドとして有用な中空プラスチック光ファイバとその製造方法を提供する。

[OBJECT]

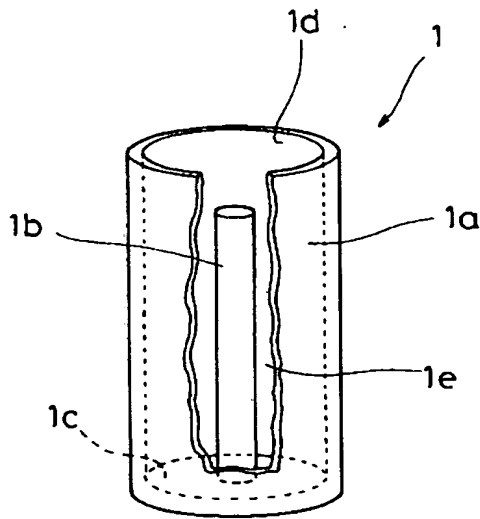
The transmission capacity of a light quantity is outstanding and it is useful as a light guide. A hollow plastic optical fiber and its manufacturing method are provided.

【構成】

この光ファイバは、軸心部に同軸的に突設された芯材 1 b を有する有底円筒型 1 内に熱可塑性樹脂を充填したのち加熱して前記熱可塑性樹脂が溶融する温度で真空脱泡処理を施し、ついで、不活性ガスの加圧雰囲気下において前記有底円筒型 1 を下部から順次冷却することにより前記溶融熱可塑性樹脂を固化したのち前記有底円筒型から離型して中空予備成形体とし、前記中空予備成形体を紡糸したのちまたは紡糸の過程で、その外周にクラッド用樹脂を塗布したのちこれを硬化することによって製造される。

[SUMMARY OF THE INVENTION]

This optical fiber, After filling a thermoplastic resin in the base cylindrical mold 1 which has core-material 1b coaxially protruded by the axial center part It heats and a vacuum degassing process is applied at the temperature which an above-mentioned thermoplastic resin melts. Subsequently, after solidifying an above-mentioned melting thermoplastic resin by cooling the above-mentioned base cylindrical mold 1 sequentially from the lower part in the pressurization atmosphere of inert gas Perform a release from an above-mentioned base cylindrical mold, and it does as a hollow reserve compact. After performing spinning of the above-mentioned hollow reserve compact, or in the process of spinning, After applying resin for clads to that periphery, it manufactures by hardening this.


**【特許請求の範囲】**
**【請求項 1】**

軸心が中空部であり、屈折率 1.46 以上の熱可塑性樹脂から成るコアと、前記コアの外周を被覆するクラッドとを必須とし、全体のファイバ径が 0.3 mm 以上であることを特徴とする中空プラスチック光ファイバ。

**【請求項 2】**

軸心部に同軸的に突設された芯材を有する有底円筒型内に熱可塑性樹脂を充填したのち加熱して前記熱可塑性樹脂が熔融する温度で真空脱泡処理を施し、ついで、不活性ガスの加圧雰囲気下において前記有底円筒型を下部から順次冷却することにより前記熔融熱可塑性樹脂を固化したのち前記有底円筒型から離型して中空予備成形体とし、前記中空予備成形体を紡糸したのち

**[CLAIMS]**
**[CLAIM 1]**

The core which consists of the thermoplastic resin which an axial center is a hollow part and are 1.46 or more refractive indexes, and the clad which coats the periphery of an above-mentioned core are made indispensable.

The entire diameter of fiber is 0.3 mm or more.

A hollow plastic optical fiber characterized by the above-mentioned.

**[CLAIM 2]**

After filling a thermoplastic resin in the base cylinder mold which has the core material coaxially protruded by the axial center part A vacuum degassing process is applied at the temperature which is heated and an above-mentioned thermoplastic resin melts.

Subsequently, after solidifying an above-mentioned melting thermoplastic resin by cooling an above-mentioned base cylindrical mold sequentially from the lower part in the pressurization atmosphere of inert gas A release is performed from an above-mentioned base cylindrical mold, and it does as a hollow reserve compact. After performing spinning of

または紡糸の過程で、その外周にクラッド用樹脂を塗布したのち、前記クラッド用樹脂を硬化することを特徴とする中空プラスチック光ファイバの製造方法。

**【請求項 3】**

軸心部に同軸的に突設された芯材を有する有底円筒型内に熱可塑性樹脂を充填したのち不活性ガスの加圧雰囲気下で加熱して前記熱可塑性樹脂を熔融し、ついで、不活性ガスの加圧雰囲気下で前記有底円筒型を下部から順次冷却することにより前記熔融熱可塑性樹脂を固化したのち前記有底円筒型から離型して中空予備成形体とし、更に前記中空予備成形体にそのガラス転移温度以下の温度で真空脱泡処理を施し、ついで、処理後の中空予備成形体を紡糸したのちまたは紡糸の過程で、その外周にクラッド用樹脂を塗布したのち、前記クラッド用樹脂を硬化することを特徴とする中空プラスチック光ファイバの製造方法。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【産業上の利用分野】**

本発明は中空プラスチック光ファイバとその製造方法に関し、更に詳しくは、イメージファイバのライトガイドに用いて有効

the above-mentioned hollow reserve compact, or in the process of spinning, After applying resin for clads to that periphery, resin for above-mentioned clads is hardened.

A manufacturing method of a hollow plastic optical fiber characterized by the above-mentioned.

**[CLAIM 3]**

After filling a thermoplastic resin to the base cylindrical mold which has the core material coaxially protruded by the axial center part, it heats in the pressurization atmosphere of inert gas, and an above-mentioned thermoplastic resin is melted.

Subsequently, after solidifying an above-mentioned melting thermoplastic resin by cooling an above-mentioned base cylindrical mold sequentially from the lower part in the pressurization atmosphere of inert gas Perform a release from an above-mentioned base cylindrical mold, and it does as a hollow reserve compact. Furthermore a vacuum degassing process is applied to an above-mentioned hollow reserve compact at the temperature below that glass transition temperature. Subsequently, after performing spinning of the hollow reserve compact after a process, or in the process of spinning, After applying resin for clads to that periphery, resin for above-mentioned clads is hardened.

A manufacturing method of a hollow plastic optical fiber characterized by the above-mentioned.

**[DETAILED DESCRIPTION OF INVENTION]**

**[0001]**

**[INDUSTRIAL APPLICATION]**

This invention relates to a hollow plastics optical fiber and an its manufacturing method.

Specifically, it is related with a hollow plastic optical fiber use for the light guide of image fiber and effective, and the method of manufacturing

な中空プラスチック光ファイバ  
とそれを製造する方法に関する。  
that.

【0002】

## 【従来の技術】

体内諸器官の医学的検査のためには光ファイバシステムが利用されている。例えば、複数本のライトガイドを束ね、その中にイメージファイバを装着した光伝達システムを検査すべき体内器官に挿入し、ライトガイドから光を送って検査部位を照射し、その光を光源として患部をイメージファイバを通して観察して検査することが行なわれている。

【0003】

したがって、これらシステムに用いるライトガイドは、例えば血管の中に通すこともあるため、そのファイバ径は細径であると同時に大光量を伝送できるという性能を有することが必要とされ、またイメージファイバは確実にライトガイドから光を集約できるということが必要とされる。後者の問題でいえば、束ねられたライトガイドの中心にイメージファイバを装着することが好ましいことになる。

【0004】

しかしながら、複数本が束ねられているライトガイドの中心にイメージファイバを装着することは困難であり、そのため、ライトガイドから出射され

[0002]

## [PRIOR ART]

The optical-fiber system is utilized for the medical inspection of in-the-body many organs. For example, it inserts in the in-the-body organ which should inspect the optical transmittance system which mounted multiple light guide in the bundle image fiber in it. A light is sent from a light guide and an inspection-part place is irradiated.

Passing through image fiber, observing a diseased part, and inspecting it by doing that light as a light source, is done.

[0003]

Therefore, the light guide used for these system, For example, it is also needed for passing through in the blood vessel to have the performance that a large light quantity can be transmitted while that diameter of fiber is a narrow diameter for a certain reason. Moreover it is needed for image fiber to be able to collect a light from a light guide reliably.

If it says on the latter problem, it will be preferable to mount image fiber to the governed center of a light guide.

[0004]

However, it is difficult to mount image fiber to the center of a light guide that plural books are bundled.

Therefore, the problem that the irradiation to image fiber of the signal light of the inspection-part place by the light radiated from the light

た光による検査部位の信号光のイメージファイバへの入射が非常に不均一になるという問題が生じている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

このような問題を解決するために、別の用途に用いられているが、コアの軸心部を中空にした石英系のファイバをライトガイドとして用いることが考えられる。すなわち、この石英系ファイバのコアの中空部にイメージファイバを挿入し、断面が円環形状のコアに光を送ることにより、検査部位からの光信号を、中心に位置するイメージファイバに均一に集約することも可能である。

【0006】

しかしながら、この石英系の中空光ファイバの場合、コアに伝送する光量を大きくするためにそのファイバ径を例えば 0.3 mm 以上にすると、非常に破断しやすくなり、到底、実使用に耐え得ないという問題がある。このことは、製造できるファイバ径に限界があり、したがって、断面の円環形状コアの面積を大きくすることができないため、中空部にイメージファイバを挿入したライトガイドとして用いたときに、大光量を伝送できないという問題を引き起こす。

【0007】

guide becomes non-uniformly very is produced.

[0005]

[PROBLEM ADDRESSED]

In order to solve such a problem, it is used for another application.

However, it can consider using fiber of the quartz-type which made the axial center part of a core hollow, as a light guide.

That is, image fiber is inserted in the hollow part of the core of this quartz-type fiber, and a cross section sends a light to the core of an annular-ring shape. Thereby, the light signal from an inspection-part place can also be uniformly collected on image fiber positioned in a center.

[0006]

However, in order to enlarge the light quantity transmitted to a core in the case of the hollow optical fiber of these quartz-type If that diameter of fiber is made into 0.3 mm or more, for example, it is very become easy to perform breakage.

There is a problem that it cannot tolerate to actual usage at all.

This has a limit in the diameter of fiber which can be manufactured.

Therefore, since area of the annular-ring shape core of a cross section cannot be enlarged, when using as a light guide which inserted image fiber in the hollow part, the problem that a large light quantity cannot be transmitted is caused.

[0007]

本発明は、上記した問題を解決することができ、ライトガイドとして好適な中空プラスチック光ファイバと、それを製造する方法の提供を目的とする。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】  
上記した目的を達成するために、本発明においては、軸心が中空部であり、屈折率 1.46 以上の熱可塑性樹脂から成るコアと、前記コアの外周を被覆するクラッドとを必須とし、全体のファイバ径が 0.3 mm 以上であることを特徴とする中空プラスチック光ファイバが提供され、また、その製造方法としては、軸心部に同軸的に突設された芯材を有する有底円筒型内に熱可塑性樹脂を充填したのち加熱して前記熱可塑性樹脂が溶融する温度で真空脱泡処理を施し、ついで、不活性ガスの加圧雰囲気下において前記有底円筒型を下部から順次冷却することにより前記溶融熱可塑性樹脂を固化したのち前記有底円筒型から離型して中空予備成形体とし、前記中空予備成形体を紡糸したのちまたは紡糸の過程で、その外周にクラッド用樹脂を塗布したのち、前記クラッド用樹脂を硬化することを特徴とする中空プラスチック光ファイバの製造方法（以下、第 1 の製造方法という）が提供され、更には、軸心部に同軸的に突設された芯材を有する有底円筒型内に熱可塑性樹脂を充填したのち不活性ガスの加

This invention aims at provision of a hollow plastics optical fiber can solve the above-mentioned problem and suitable as a light guide, and the method of manufacturing that.

[0008]

**[SOLUTION OF THE INVENTION]**

In order to attain the above-mentioned objective, in this invention, the core which consists of the thermoplastic resin which an axial center is a hollow part and are 1.46 or more refractive indexes, and the clad which coats the periphery of an above-mentioned core are made indispensable, and the entire diameter of fiber is 0.3 mm or more.

The hollow plastic optical fiber characterized by the above-mentioned is provided. Moreover, as an its manufacturing method, After filling a thermoplastic resin in the base cylinder mold which has the core material coaxially protruded by the axial center part, it heats and a vacuum degassing process is applied at the temperature which an above-mentioned thermoplastic resin melts.

Subsequently, after solidifying an above-mentioned melting thermoplastic resin by cooling an above-mentioned base cylindrical mold sequentially from the lower part in the pressurization atmosphere of inert gas, a release is performed from an above-mentioned base cylindrical mold, and it does as a hollow reserve compact. After performing spinning of the above-mentioned hollow reserve compact, or in the process of spinning, After applying resin for clads to that periphery, resin for above-mentioned clads is hardened.

The manufacturing method (hereinafter a first manufacturing method) of the hollow plastics optical fiber characterized by the above-mentioned is provided.

Furthermore, after filling a thermoplastic resin in the base cylinder mold which has the core material coaxially protruded by the axial center



圧雰囲気下で加熱して前記熱可塑性樹脂を溶融し、ついで、不活性ガスの加圧雰囲気下で前記有底円筒型を下部から順次冷却することにより前記溶融熱可塑性樹脂を固化したのち前記有底円筒型から離型して中空予備成形体とし、更に前記中空予備成形体にそのガラス転移温度以下の温度で真空脱泡処理を施し、ついで、処理後の中空予備成形体を紡糸したのちまたは紡糸の過程で、その外周にクラッド用樹脂を塗布したのち、前記クラッド用樹脂を硬化することを特徴とする中空プラスチック光ファイバの製造方法（以下、第2の製造方法という）が提供される。

**【0009】**

本発明の中空プラスチック光ファイバにおけるコアは、軸心部が所定径の中空部になっていて、屈折率が1.46以上である熱可塑性の透明プラスチックで構成されている。そして、そのコアの外周はコアよりも屈折率が小さい樹脂で被覆され、クラッドが形成されている。ここで、コアの屈折率を1.46以上にすると、その中空部の壁面にクラッドが形成されていない場合であっても、中空部に挿入したイメージファイバと中空部の壁面が接触しても漏洩光を生ずることが少ない、すなわち光の伝送ロスが少ないという利点を備えている。

**【0010】**

part, it heats in the pressurization atmosphere of inert gas, and an above-mentioned thermoplastic resin is melted.

Subsequently, after solidifying an above-mentioned melting thermoplastic resin by cooling an above-mentioned base cylindrical mold sequentially from the lower part in the pressurization atmosphere of inert gas, perform a release from an above-mentioned base cylindrical mold, and it does as a hollow reserve compact. Furthermore a vacuum degassing process is applied to an above-mentioned hollow reserve compact at the temperature below that glass transition temperature. Subsequently, after performing spinning of the hollow reserve compact after a process, or in the process of spinning. After applying resin for clads to that periphery, resin for above-mentioned clads is hardened.

The manufacturing method (hereinafter a 2nd manufacturing method) of the hollow plastics optical fiber characterized by the above-mentioned is provided.

**[0009]**

The core in the hollow plastic optical fiber of this invention, consists of the thermoplastic transparent plastics whose axial center part is the hollow part of the diameter of predetermined, and refractive index is 1.46 or more.

And, the periphery of that core is coated by resin with a refractive index smaller than a core, and the clad is formed.

Here if the refractive index of a core is made into 1.46 or more, even when it is the case where the clad is not formed in the wall surface of that hollow part, even when the wall surface of image fiber inserted in the hollow part and a hollow part contacts, it is few to cause a leakage light. That is, the transmission loss of a light provides the advantage of being few.

**[0010]**

とくに、コアの屈折率を 1.50 以上にすると、上記した利点は一層顕著に発現する。しかも、コアの屈折率が大きくなると、開口数も大きくなり、光の入射パワーを有効に保持できるようになる。コア中空部の壁面には同じくクラッドが形成されていてもよいが、コアの屈折率が 1.46 以上であれば、必ずしも必要としない。ライトガイドとして用いたときに、壁面のクラッドが存在しない場合でも光の伝送損失は小さく、実際の使用に支障をきたすことがないからである。

#### 【0011】

本発明の光ファイバにおいて、ライトガイドとして用いたときに大きな光量を伝送する働きを持たせるために、そのファイバ径は 0.3 mm 以上に設定される。また、プラスチックで中空ファイバを製造すると、その中空ファイバは、ファイバ径が 0.3 mm 以上であっても可撓性が良好であり、屈曲時における破断はなくなる。とくに、内部に中空部が形成されている場合には、そのファイバは屈曲性の点で非常に優れたものになる。

#### 【0012】

ここで、中空コアを構成する熱可塑性樹脂としては、透明で屈折率が 1.46 以上であり、しかも成形性が良好なものであればよく、格別限定されるものではないが、例えば、ポリカーボネート、ポリメタクリル酸メチル、ポリスチレン、ポリアリレート

Especially the advantage described above when the refractive index of a core was made into 1.50 or more is expressed much more notably.

And, if the refractive index of a core becomes large, a number of aperture will also become large.

The irradiation power of a light can be effectively maintained now.

The clad may be similarly formed in the wall surface of a core hollow part.

However, if the refractive index of a core is 1.46 or more, it does not necessarily need.

When using as a light guide, even when the clad of a wall surface does not exist, the transmission loss of a light is small. Trouble is not caused to actual usage.

#### [0011]

In the optical fiber of this invention, when using as a light guide, in order to preserve the role which transmits a large light quantity, that diameter of fiber is set as 0.3 mm or more.

Moreover if hollow fiber is manufactured with plastics, That hollow fiber has favorable flexibility, even when the diameter of fiber is 0.3 mm or more.

The breakage at the time of bending is eliminated.

Especially when the hollow part is formed in the inside, that fiber becomes that which was very outstanding in points of the flexibility.

#### [0012]

Here, as a thermoplastic resin which comprises a hollow core, it is transparent and a refractive index is 1.46 or more.

And fabricability is not limited exceptionally that what is sufficient is just to be favorable.

However, for example, a polycarbonate, polymethyl methacrylate, a polystyrene, a polyarylate, etc. can be mentioned.

Moreover, what is sufficient is just to be resin

などをあげることができる。また、クラッドの材料としては、中空コアの樹脂より低屈折率の樹脂であればよく、例えば、シリコーン樹脂、熱硬化性アクリル樹脂（多官能アクリル樹脂）などをあげることができる。

#### 【0013】

ところで、このような中空プラスチック光ファイバはチューブの製造方法に準じた方法で製造することが考えられる。すなわち、中心部に窒素などのガスを流しながら所定屈折率の熱可塑性樹脂を連続的に押出してチューブを製造する方法である。しかしながら、この方法では、強度をあげるために押出時に延伸することが必要になるが、この延伸加工は非常に困難である。さらに中空部の壁面には微小凹凸が発生して鏡面状態とならないため、光の伝送時に散乱等が起こって伝送損失は大きくなり、ライトガイドと用いたときには、伝送する光量の低下を招くという問題がある。

#### 【0014】

また、別な方法としては、所定屈折率の熱可塑性樹脂から成り、肉厚の中空予備成形体を、通常、射出成形法で製造し、これを所定径まで紡糸するという方法が考えられる。しかしながら、射出成形法で中空予備成形体を製造する場合には次のような不都合な問題が起こりやすい。

of a low refractive index from resin of a hollow core as material of a clad. For example, a silicone resin, a thermosetting acrylics (polyfunctional acrylic resin), etc. can be mentioned.

#### [0013]

By the way it can consider manufacturing such a hollow plastics optical fiber by the method according to the manufacturing method of a tube.

That is, it is the method of extruding the thermoplastic resin of a predetermined refractive index continuously, and manufacturing a tube, passing gas, such as nitrogen, to center part.

However, by this method, in order to raise intensity, it is necessary to draw at the time of extrusion.

However, this drawing process is very difficult.

Furthermore since micro roughness generates in the wall surface of a hollow part and it does not become mirror-surface condition, at the time of transmission of a light, scattering etc. produces and a transmission loss becomes large. When using with a light guide, there is a problem of causing a reduction of the light quantity to transmit.

#### [0014]

Moreover as another method, the hollow reserve compact which it consists of the thermoplastic resin of a predetermined refractive index, and is a thickness is usually manufactured by the injection-moulding method.

Spinning of this is performed to the diameter of predetermined. The above method can be considered.

However, in manufacturing a hollow reserve compact by the injection-moulding method, the following wrong problems tend to arise.

## 【0015】

すなわち、射出成形時に樹脂は押出機から型内にスクリュウ押出されるが、一般に、樹脂通路には樹脂が滞りやすい複数の溝が形成されているので、ホッパーから押出機に供給された樹脂の一部は上記溝に滞留してそれがスクリュウに付着する。そして、樹脂の成形温度が高い場合には、スクリュウに付着した樹脂が熱劣化を起こして着色し、これが後続して供給されてくる樹脂に混入するので、得られた中空予備成形体が着色してしまうのである。

## 【0016】

また、押出機から注型された樹脂は、それが固化する過程で、内部歪みを蓄積し、その結果、得られた中空予備成形体にクラックなどが発生することがあり、更にはボイドや巣が発生してコアとして不適當になるという問題がある。本発明の中空プラスチック光ファイバは、上記した方法ではなく、前記した第1の製造方法または第2の製造方法の2つの方法で製造される。

## 【0017】

いずれの方法の場合においても、まず中空コアになる中空予備成形体を製造し、この中空予備成形体を紡糸したのちまたは紡糸の過程で、その外周にクラッド用樹脂を塗布し、それを硬化したクラッド層にすることによって製造される。最初に、第1の製造方法について説明す

## [0015]

That is, the screw extrusion of resin is performed in a mold from an extruder at the time of an injection moulding.

However, several grooves where resin tends to be overdue are generally formed in the resin path.

Therefore a part of resin supplied to the extruder from the hopper piles up in an above groove, and that adheres to a screw.

And, when the compaction temperature of resin is high, resin adhering to the screw causes thermal deterioration, and colors.

It mixes in resin with which this is supplied by succeeding.

Therefore the obtained hollow reserve compact will color.

## [0016]

Moreover, resin by which the casting was performed from the extruder accumulates an internal distortion in process which that solidifies, A crack etc. may generate in the hollow reserve compact obtained as a result.

Furthermore a void and a nest generate and there is a problem of becoming unsuitable as a core.

The hollow plastic optical fiber of this invention is manufactured by 2 method, the above-mentioned first manufacturing method or 2nd manufacturing method, not with the above-mentioned method.

## [0017]

In the case of an any method, the hollow reserve compact which becomes a hollow core first is manufactured. After performing spinning of this hollow reserve compact, or in the process of spinning, resin for clads is applied to that periphery.

It manufactures by making the clad layer which hardened that.

Initially, a first manufacturing method is explained.

る。まず、図1の一部切欠斜視図で有したような有底円筒型1が用意される。この型1は、有底円筒体1aの軸心部に、所定径の芯材1bを底部1cから開口部1dに向かって同軸的に突設した構造になっている。

#### 【0018】

この型1においては、芯材1bと有底円筒体1aとが一体化したものであってもよく、また、図2で示したように、有底円筒体1aと芯材1bを別体として製造し、この芯材1bを有底円筒体1aの底部1cに着脱自在に装着できるようにした構造であってもよい。この有底円筒体1aと芯材1bとが形成する円環状部1eに所定の熱可塑性樹脂が充填され、後述するようにして溶融され、更に冷却固化されたのち中空予備成形体として離型される。

#### 【0019】

ところで、溶融している熱可塑性樹脂が冷却固化する過程では樹脂は外側から冷却固化していくため、芯材1bには、外側から緊締する樹脂の収縮力が作用する。この収縮力は、中空予備成形体を芯材から離型する作業を阻害する要因として働くとともに、中空予備成形体に内部歪みを派生してその光学的特性の劣化を招くようになる。

#### 【0020】

したがって、本発明においては、芯材1bの表面を例えばポリテトラフルオロエチレンから成る

First, the base cylindrical mold 1 which it had with the partially notched perspective diagram of Fig. 1 is prepared.

This mold 1 forms the structure which protruded core-material 1b of the diameter of predetermined coaxially facing to 1d of openings from bottom-part 1c, to the axial center part of base cylindrical body 1a.

#### [0018]

In this mold 1, that which core-material 1b and base cylindrical body 1a integrated may be used. Moreover, as Fig. 2 showed, base cylindrical body 1a and core-material 1b are manufactured as another body.

The structure which enabled it to mount this core-material 1b detachably to bottom-part 1c of base cylindrical body 1a is suitable.

A predetermined thermoplastic resin is filled by annular-ring-like part 1e which this base cylindrical body 1a and core-material 1b form. After melting as it mentions later, and cooling-solidifying further, a release is performed as a hollow reserve compact.

#### [0019]

By the way, in the process which the thermoplastic resin currently melted cooling-solidifies Because resin is cooling-solidified from the outside, to core-material 1b, the shrinkage force of resin clamped from an outside effects it.

This shrinkage force, while working as a factor which obstructs operation which performs the release of the hollow reserve compact from a core material, an internal distortion is derived to a hollow reserve compact, and it comes to invite degradation of that optical property to it.

#### [0020]

Therefore, in this invention, it is preferable to give the treatment which alleviates the shrinkage force of resin which the surface of core-material 1b is coated by the tube of the

所望厚みのチューブで被覆して、芯材 1 b に作用する樹脂の収縮力を緩和する処置を施すことが好ましい。また、上記したポリテトラフルオロエチレンチューブと芯材 1 b の間に、例えば薄いゴムチューブを介在させると、このゴムチューブの弾力によって樹脂の収縮力を一層有効に緩和することができる。更には、芯材 1 b に金属線やプラスチック繊維などを螺旋状に巻回し、その上をポリテトラフルオロエチレンチューブで被覆したり、または、芯材 1 b とポリテトラフルオロエチレンチューブの間に金属線やプラスチック繊維などを芯材の軸方向に沿わせて配置することも、芯材 1 b への樹脂の収縮力を緩和する方法として有効である。

#### 【0021】

有底円筒型 1 から中空予備成形体を離型するとき、その離型性を高めるためには、有底円筒型 1 の内壁面には離型剤を塗布することが好ましい。離型剤としては、塗布乾燥後の塗膜面が平滑であり、光学的な特性も良好で、しかも後述する型内での熱可塑性樹脂の熔融時にも溶解しない塗膜を形成するようなものが好ましく、例えば、フロリナート FC-72 (商品名、住友 3M (株) 製) のようなフッ素系の溶媒に、テフロン AF 2400 (商品名、デュポン社製) のような主鎖にフッ素置換の脂環式基または複素環基などを有するフッ素樹脂を溶解させた樹脂溶液が好適である。

desired thickness which consists, for example, of a polytetrafluoroethylene, and is effected to core-material 1b.

If a thin rubber tube is made to interpose between the above-mentioned polytetrafluoroethylene tube and core-material 1b for example, the shrinkage force of resin can be alleviated much more effectively by the elastic texture of this rubber tube.

Furthermore, a metal line, the plastics fiber, etc. are spirally wound to core-material 1b.

The top is coated by the polytetrafluoroethylene tube.

Or, it places by making a metal line, the plastics fiber, etc. follow a core material axially between core-material 1b and a polytetrafluoroethylene tube. That is also effective as the method of alleviating the shrinkage force of resin to core-material 1b.

#### [0021]

When performing the release of the hollow reserve compact from the base cylindrical mold 1, in order to enhance that release property, it is preferable to apply mold releasing agent to the inner wall face of the base cylindrical mold 1.

As mold releasing agent, the coating-film surface after an applying-drying is flat.

That the optical property is also favorable and forms the coating film not melted at the time of melting of the thermoplastic resin within the mold moreover mentioned later, either is preferable. For example, the fluororesin which has the alicyclic group or the alicyclic heterocyclic group of fluorine substitution etc. in the principal chain such as Teflon AF2400 (brand name, made in Du-Pont company) was made to dissolve in the solvent of fluorine type such as Fluorinert FC-72 (brand name, made from Sumitomo 3M Co., Ltd.). The above resin solution is suitable.

**【0022】**

上記樹脂溶液は、膜厚が均一でしかも膜面が鏡面である塗膜を形成することができる。したがって、型から離型後の中空予備成形体の表面も鏡面になり、その結果、紡糸後の中空ファイバの外周面と中空部壁面も鏡面になるため伝送する光量を高水準に保持することが可能になる。しかも、この樹脂溶液で形成した塗膜はバリヤとしての機能も備えているため、中空予備成形体の成形時に、有底円筒型に含有されている不純物が熱可塑性樹脂を汚染するという事態を有効に防止することができる。

**【0023】**

更には、この樹脂溶液による塗膜は、溶液に用いた溶媒に容易に溶解して除去することができるので、型の反復使用を可能にするという点でも有用である。上記したような有底円筒型1の中空部1eに所定の熱可塑性樹脂をペレット、粉末、フレークの形状で、または、成形温度以下の温度で流動状態にして充填し、型全体を図3で示したような密閉容器2の中に収納する。

**【0024】**

この密閉容器2は、耐圧性の容器本体2aと蓋2bを備えている。容器本体2aの外側には、下方から上方にかけて、複数個（図では5個）の分割ヒータ3a, 3b, 3c, 3d, 3eが周設され、各分割ヒータの外側にはそれぞれのヒータを冷却す

**[0022]**

An above resin solution can form the coating film whose film surface is uniform and a film thickness is a mirror surface.

Therefore, the surface of the hollow reserve compact after a release also turns into a mirror surface from a mold.

Since the peripheral surface and the hollow part wall surface of hollow fiber after spinning also turn into a mirror surface as a result, the light quantity to transmit can be maintained excellently.

Moreover since the coating film formed with this resin solution is provided also with the function as a barrier, the situation where the impurity contained in the base cylindrical mold at the molding time of a hollow reserve compact contaminates a thermoplastic resin can be prevented effectively.

**[0023]**

Furthermore, the coating film by this resin solution can be easily dissolved in the solvent used for the solution, and can be removed in it.

Therefore it is useful also at the point of potentiating the periodic duty of a mold.

It is the shape of a pellet, powder, and flakes, or a predetermined thermoplastic resin is made to hollow part 1e of the base cylindrical mold 1 which was described above, at the warming below compaction temperature at a fluid state, and it fills.

It accommodates in the sealing container 2 in which the entire mold was shown in Fig. 3.

**[0024]**

This sealing container 2 is provided with main-body of a container 2a and lid 2b of a pressure resistance.

On the outside of main-body of a container 2a, From downward to upwardly multiple divide heaters (5 in a diagram) 3a, 3b, 3c, 3d, and 3e are placed.

Cooling means 4a, 4b, 4c, 4d, and 4e such as the water-cooled machine which cools each

る水冷機のような冷却手段 4 a, 4 b, 4 c, 4 d, 4 e が周設されている。

#### 【0025】

また、蓋 2 b には、容器内圧を測定するための圧力計 5 と、切換バルブ 6 a を介して一方は真空ポンプと接続する配管 6 b と他方は不活性ガス給源と接続する配管 6 c とから成る配管系統 6 と、リークバルブ 7 とが装着されている。この密閉容器 2 に熱可塑性樹脂を充填した有底円筒型 1 を収納したのち、全ての分割ヒータ 3 a ~ 3 e を作動して型内の熱可塑性樹脂を加熱する。樹脂が流動し、溶融しはじめる頃から切換バルブ 6 a を操作して容器内を真空引きし、所定の真空度で所定の時間保持する。

#### 【0026】

この真空脱泡処理により、容器内や熱可塑性樹脂に含まれていたガス成分、未反応のモノマー成分などは除去され、後述する不活性ガスによる加圧処理とも相俟って得られた中空予備成形体へのボイド発生や巣の発生が防止される。真空脱泡処理における温度、真空度、処理時間などのファクターは、用いる熱可塑性樹脂のガラス転移温度や、処理温度時の粘性や、量などによって規定されるので一義的に定めることはできないが、概ね、温度は 220 ~ 300 °C, 真空度は 1 Torr 以下、処理時間は 1 ~ 7 時間程度であればよい。

heater is placed by the outside of each divide heater.

#### [0025]

Moreover, the pressure indicator 5 for measuring a container internal pressure, the piping system 6 which one side consists of piping 6b linked to a vacuum pump, and consists of piping 6c which connects the other with an inert-gas supply source, via switching valve 6a, and the leak valve 7 are mounted by lid 2b.

After accommodating the base cylindrical mold 1 which filled the thermoplastic resin in this sealing container 2, all the divide heaters 3a-3e are operated, and the thermoplastic resin in a mold is heated.

When resin flows and melting starts, switching valve 6a is operated and vacuum suction in a container is performed. The predetermined time retaining in a predetermined degree of vacuum is performed.

#### [0026]

This vacuum degassing process removes the gas component, the unreacted monomer component, etc. which were included in the inside of a container, or the thermoplastic resin. The void generation and the generation of the nest to the hollow reserve compact which combines to the pressurization process by the inert gas mentioned later, and was obtained are prevented.

Factors, such as the temperature, the degree of vacuum, the processing time, etc. in a vacuum degassing process, cannot be uniquely defined, because it is stipulated by the glass transition temperature of the thermoplastic resin to use, the viscosity at the time of process temperature, quantity, etc.

What is sufficient is just in general, to be the temperature of 220-300 degree C, 1 or less Torr of degrees of vacuum, and processing-time is about 1-7 hour.



**【0027】**

この真空脱泡処理後に、切換バルブ 6 a を配管 6 c 側に切換えて、容器内に  $N_2$ 、 $Ar$  のような不活性ガスを導入して全体を予備加圧する。このときの圧は、通常  $5 \sim 80 \text{ kgf/cm}^2$  程度であればよい。また予備加圧は  $0 \sim 60$  分程度行なえばよい。予備加圧後、不活性ガスの圧力をそのまま維持するかまたは若干高い状態にし、その状態を保持したまま、溶融している熱可塑性樹脂を冷却固化する。

**【0028】**

冷却固化の操作では、まず、最下段の分割ヒータ 3 a の動作を停止すると同時に冷却手段 4 a を作動する。所定の時間が経過したのち、つぎに、分割ヒータ 3 b の動作を停止すると同時に冷却手段 4 b を作動する。このような操作を容器の下方から上方にかけて順次行ない、熱可塑性樹脂を下方から上方にかけて順次冷却して下の方から固化していく。

**【0029】**

溶融している熱可塑性樹脂を下方から上方へと順次冷却することにより、樹脂の冷却固化に伴って発生する内部歪みは、固化していない上方に位置している溶融熱可塑性樹脂の方に逃げていくことができるので、全体が冷却固化した中空予備成形体には内部歪みが蓄積されず、機械的強度においても、また光学的な特性においても良好な性質を

**[0027]**

After this vacuum degassing process, switching valve 6a is switched to a piping 6c side.

Within a container, the inert gas such as  $N_2$  and  $Ar$  is introduced, and reserve pressurization of everything is performed.

The pressure at this time should just be about  $5\text{-}80 \text{ kgf/cm}^2$  usually.

Moreover what is sufficient is just to do reserve pressurization about 0 to 60 minutes.

After reserve pressurization, or it maintains the pressure of inert gas as it is, or it makes to condition high a little. The thermoplastic resin currently melted is cooling-solidified, with that condition maintained.

**[0028]**

In operation of cooling solidification, first, cooling means 4a is operated at the same time it stops an operation of divide heater 3a of a starting step.

Cooling means 4b is operated at the same time it stops an operation of divide heater 3b to the next, after a predetermined time elapses.

Such operation is done sequentially upwardly from downward of container, A thermoplastic resin is cooled sequentially upwardly from downward, and it solidifies from the lower one.

**[0029]**

By cooling the thermoplastic resin currently melted in the order of the upward toward from a lower part, the internal distortion generated following cooling solidification of resin can escape, toward direction of the melting thermoplastic resin which is not solidified and which is situated upwardly.

Therefore an internal distortion is not accumulated at the hollow reserve compact which everything cooling-solidified. Also in a mechanical strength, it comes to provide a favorable characteristic also in an optical property.

備えるようになる。

### 【0030】

有底円筒型内の溶融熱可塑性樹脂の全体を冷却固化したのち、リークバルブ7を開き容器内を大気圧に戻し、型を取出し、そこから中空予備成形体を離型する。ついで、得られた中空予備成形体は、図3で示したような紡糸装置にセットして紡糸する。

### 【0031】

すなわち、まず中空予備成形体Aの一端を送出し部8の先端でチャッキングした状態で加熱炉9に導入し、中空予備成形体Aの軟化温度に加熱しながらその先端を引取り機10により所定の紡糸速度で引張ることにより所定ファイバ径に紡糸する。この加熱炉9と引取り機10の途中には、まず、クラッド用の樹脂が充填されている例えば2つ割りダイス11を配置して、ここに紡糸している中空光ファイバ $a_1$ を通過させることにより、その外周にクラッド用樹脂を塗布して中空光ファイバ $a_2$ にする。クラッド用樹脂としては、通常、シリコン樹脂のような熱硬化性樹脂が使用される。

### 【0032】

例えば、熱硬化性樹脂が塗布されている中空光ファイバ $a_2$ の場合には、2つ割りダイス11の後段に再び加熱炉12を配置して樹脂塗膜を加熱硬化する。かくして、コアの軸芯部は中空

### [0030]

After cooling-solidifying the entire melting thermoplastic resin in a base cylindrical mold, the leak valve 7 is opened and the inside of a container is returned to atmospheric pressure. A mold is taken out and the release of the hollow reserve compact is performed there.

Subsequently, the obtained hollow reserve compact, It sets to the spinning device which was shown in Fig. 3, and spinning is performed.

### [0031]

That is, first, one end of hollow reserve compact A is introduced to a heating furnace 9, where a chucking is performed at the end of the sending part 8.

Spinning is performed to the diameter of predetermined fiber by pulling that end by the predetermined spinning velocity with the taking-over machine 10, heating to the softening temperature of hollow reserve compact A.

In the middle of this heating furnace 9 and the taking-over machine 10, first, for example, two divided dice11 that resin for clads is filled, are placed.

By making the hollow optical fiber  $a_1$  which is performing spinning pass through here, resin for clads is applied to that periphery, and it makes to the hollow optical fiber  $a_2$ .

As resin for clads, the thermosetting resin usually such as a silicone resin is used.

### [0032]

For example, when it is the hollow optical fiber  $a_2$  to which the thermosetting meaning is applied, a heating furnace 12 is again placed in the poststage of two divided dice11, and the heating hardening of the resin coating film is performed.

In this way, the hollow plastic optical fiber of this

部であり、外周にはクラッドが形成されている本発明の中空プラスチック光ファイバが得られる。なお、光ファイバの中空部壁面へのクラッドの形成は次のようにして行なうことができる。

#### 【0033】

すなわち、まず、外周にクラッドが形成されている中空プラスチック光ファイバの中空部にクラッド用の樹脂を圧入する。そして、その光ファイバ  $a_2$  の一端を、耐圧性の容器本体 13a と、不活性ガスの導入管 14a と切換バルブ 14b を備える蓋 13b とから成る密閉容器 13 の中に気密に配置する。その後、導入管 14a から不活性ガスを加圧状態でゆっくりと導入して、光ファイバ  $a_2$  の中空部に充填しているクラッド用樹脂をその中空部からパージする。その結果、光ファイバの中空部の壁面にはクラッド用樹脂が残存してその塗膜が形成される。そして最後に、このクラッド用樹脂の塗膜を例えば加熱硬化してクラッド層にする。

#### 【0034】

なお、外部クラッド、内部クラッドの形成は、上記したように熱硬化性樹脂を加熱硬化することと限定されず、例えば、紫外線照射、電子線照射によって行なってもよい。つぎに、第2の製造方法は、第1の製造方法と異なり、真空脱泡処理を行なうことなく中空予備成形体を製造し、この中空予備成形体を紡糸

invention by which the axial part of a core is a hollow part and the clad is formed in the periphery is obtained.

In addition, formation of the clad to the hollow part wall surface of an optical fiber can be done as follows.

#### [0033]

That is, resin for clads is first press-fitted among the hollow part of the hollow plastics optical fiber by which the clad is formed in the periphery.

And, one end of that optical fiber  $a_2$ , places airtightly in the sealing container 13 which consists of main-body of a container 13a of a pressure resistance, and lid 13b which switches with inlet-tube 14a of inert gas, and provides valve 14b.

After that, inert gas is slowly introduced in the state of pressurization from inlet-tube 14a.

A purge is performed resin for clads full of the hollow part of an optical fiber  $a_2$ , from that hollow part.

As a result, in the wall surface of the hollow part of an optical fiber, resin for clads remains, and that coating film is formed.

The heating hardening of the coating film of this resin for clads is performed, for example, and it makes a clad layer lastly.

#### [0034]

In addition, formation of an external clad and an internal clad, It is not limited to performing the heating hardening of the thermosetting resin, as described above.

For example, an ultraviolet irradiation and an electron beam irradiation may do.

Next, a 2nd manufacturing method is different from a first manufacturing method.

It is the method of doing a vacuum degassing process before manufacturing a hollow reserve compact and performing spinning of this hollow

する前に真空脱泡処理を行なうて含有されているガス成分を除去する方法である。

**【0035】**

この真空脱泡処理を行なわないと、紡糸している途中で発泡する場合がある。このとき、中空予備成形体はねのガラス転移温度以下の温度に加熱した状態で所定の時間真空脱泡される。加熱温度がガラス転移温度より高い場合は、中空予備成形体が熱変形して、その後に紡糸された中空光ファイバが目的とする形状にならないことがある。

**【0036】**

なお、第1の製造方法で製造した中空予備成形体に対し、第2の製造方法のように、紡糸前に同じような真空脱泡処理を施してもよい。

**【0037】****【実施例】****実施例 1**

内径が20 mm、軸芯部に直径9.5 mmの芯材が突設されている有底円筒型を用意し、その内壁に、フロリナートFC-72（住友3M（株）製の商品名）にテフロンAF2400（デュポン社製の商品名）を1%溶解させて成る離型剤を塗布したのち十分に乾燥した。ついで、芯材の表面に、外径11 mm、内径10 mmのテフロンチューブを被覆した。

reserve compact, without doing a vacuum degassing process, and removing the gas component contained.

**[0035]**

It may foam while performing spinning, if this vacuum degassing process is not done.

At this time, a hollow reserve compact, vacuum degassing is performed the predetermined time in the condition of having heated to the temperature below this glass transition temperature.

When heating temperature is higher than a glass transition temperature, a hollow reserve compact performs a heat deformation.

The hollow optical fiber by which spinning was performed after that may not become a target shape.

**[0036]**

In addition, the same vacuum degassing process may be applied before spinning such as a 2nd manufacturing method to the hollow reserve compact manufactured by the first manufacturing method.

**[0037]****[Example]****Example 1**

The base cylindrical mold with which an internal diameter is 20 mm and the core material with a diameter of 9.5 mm is protruded by the axial part is prepared. After applying mold releasing agent which Fluorinert FC-72 (brand name made from Sumitomo 3M Co., Ltd.) is made to dissolve Teflon AF2400 (DuPont company brand name) 1%, to that inner wall, it dried sufficiently.

Subsequently, the Teflon tube with an outer diameter of 11 mm and an internal diameter of 10 mm was coated on the surface of the core material.

**【0038】**

この型の中にL-1250 (商品名、帝人化成 (株) 製のポリカーボネート) を充填したのち、図3で示した密閉容器2の中に収納した。なお、用いたL-1250は、予め、温度120℃で70時間真空乾燥したものである。分割ヒータ3a~3eを全て作動して温度を260℃に保持した状態で、切換バルブ6aを真空側配管6bに接続して真空度0.05 Torrで2時間真空脱泡処理を行なった。

**【0039】**

ついで、切換バルブ6aを切換えて配管6aからN<sub>2</sub>ガスを導入して容器内の圧力を10 kgf/cm<sup>2</sup>とし、10分間保持した。ついで、容器内圧力を10 kgf/cm<sup>2</sup>に保持したまま、まず、分割ヒータ3aの動作を停止すると同時に冷却手段4aを作動した。10分後、つぎに分割ヒータ3bの動作を停止すると同時に冷却手段4bを作動した。

**【0040】**

この操作を10分間隔で順次行なって全ての分割ヒータの動作を停止し、型内のL-1250を下方から順次冷却固化したのち、リークバルブ7を開いて容器内を大気圧に戻した。容器2から型を取出し、冷却固化した樹脂を離型した。離型作業は円滑であった。中空部壁面にはテフロンチューブが付着している中空体を得られた。この中空体からテフロンチューブを取外して中空体の表面をフロリナート

**[0038]**

After filling L-1250 (brand name, polycarbonate made from the Teijin formation Co., Ltd.) in this mold, it accommodated in the sealing container 2 shown in Fig. 3.

In addition, used L-1250 was beforehand vacuum-dried for 70 hours at the temperature of 120 degree C.

Where it operated wholly the divide heaters 3a-3e and temperature is maintained at 260 degree C, switching valve 6a was connected to vacuum side piping 6b, and the vacuum degassing process was done for 2 hours by degree-of-vacuum 0.05 Torr.

**[0039]**

Subsequently, switching valve 6a was switched, N<sub>2</sub> gas was introduced from piping 6a, the pressure in a container was made into 10 kgf/cm<sup>2</sup>s, and 10 minutes was maintained.

Subsequently, maintaining the container internal pressure to 10 kgf/cm<sup>2</sup>, first, while the operation of divide heater 3a was stopped, cooling means 4a was operated.

After 10 minutes, while the operation of divide heater 3b was stopped to the next, cooling means 4b was operated.

**[0040]**

This operation is sequentially done at intervals of 10 minutes, and an operation of all divide heaters is stopped.

After cooling-solidifying L-1250 in a mold from downward sequentially, the leak valve 7 was opened and the inside of a container was returned to atmospheric pressure.

The mold was picked out from the container 2 and the release of cooling-solidified resin was performed.

Release operation was smooth.

The hollow body by which the Teflon tube has adhered to the hollow part wall surface was obtained.

A Teflon tube is removed from this hollow

FC-77 (商品名、帝人化成 (株) 製) で洗浄し、外径 20 mm、中空部の直径が 11 mm の中空予備成形体を得た。

#### 【0041】

この中空予備成形体に温度 120°C で 240 時間の真空乾燥を行なったのち、図 4 で示した紡糸装置にセットした。加熱炉 9 の温度を 260°C に管理し、2 つ割りダイス 11 にシリコン樹脂を収容し、加熱炉 12 を 320°C に管理し、紡糸速度 4 m / 分で紡糸した。ファイバ径 1.05 mm、中空部の直径 0.53 mm、クラッドの厚み 0.02 mm の中空プラスチック光ファイバが連続的に得られた。中空コア部の屈折率は 1.58 である。

#### 【0042】

この光ファイバを 3 m の長さに切断し、その一方から白色光線を入射したところ、他端からは良好な光が観測された。また、波長 660 nm のレーザ光を用いて 5 m-1 m カットバック法で伝送損失を測定したところ、0.55 dB/m であった。

#### 実施例 2

実施例 1 で製造した中空光ファイバの中空部に粘度 1000 cp のシリコン樹脂を圧入したのち、図 5 で示した密閉容器 13 にセットし、導入管 14a から N<sub>2</sub> ガスを 5 分間ゆっくり導入し続けた。ついで、処理後の中空光ファイバを 250°C に管理されている加熱炉内に線速 2

body, and the surface of a hollow body is washed by Fluorinert FC-77 (brand name, made from the Teijin formation Co., Ltd.). The hollow reserve compact whose outer diameter is 20 mm and diameter of a hollow part is 11 mm was obtained.

#### [0041]

After doing vacuum drying of 240 hours to this hollow reserve compact at the temperature of 120 degree C, It set to the spinning device shown by the Figure 4.

The warming of a heating furnace 9 is managed at 260 degree C.

A silicone resin is accommodated in two-divided dice 11.

The heating furnace 12 was managed at 320 degree C, and spinning was performed by 4 m/min of spinning velocities.

The hollow plastics optical fiber with the diameter of 1.05 mm of fiber, a diameter of a hollow part / of 0.53 mm, and a thickness of a clad 0.02 mm was obtained continuously.

The refractive index of a hollow core part is 1.58.

#### [0042]

When this optical fiber is cut in length of 3m and white light is incidented from one of these, Favorable e light from another end was observed.

Moreover, when the transmission loss was measured by the 5m-1m cutback method using the laser radiation with a wavelength of 660 nm, it was 0.55dB/m.

#### Example 2

After press-fitting the silicone resin of viscosity 1000cp among the hollow part of the hollow optical fiber manufactured in the example 1, It sets to the sealing container 13 shown in Fig. 5, and introducing of N<sub>2</sub> gas from inlet-tube 14a was continued slowly for 5 minutes.

Subsequently, the continuous travelling of the hollow optical fiber after a process is performed by 2 m/min of line speeds within the heating furnace managed by 250 degree C. The internal

m/分で連続走行させて中空部の壁面に厚みが約50  $\mu$ mの内部クラッドを形成した。

#### 【0043】

この中空光ファイバにつき、実施例1と同様の光観測を行ったところ、実施例1と同様に良好な光が観察できた。また、この中空光ファイバの伝送損失は0.50 dB/mであった。

#### 実施例3

中空コア用の樹脂が予め70℃で120時間の真空脱泡処理が施されているアクリペット（商品名、三菱レイヨン（株）製のポリメタクリル酸メチル）であったこと、樹脂の熔融温度が220℃であったこと、Arガスで容器内の圧を10 kgf/cm<sup>2</sup>で10分間保持したのち、更にArガス圧を50 kgf/cm<sup>2</sup>にあげて30分間保持して冷却固化を行なったことを除いては、実施例1と同様にして中空予備成形体を製造した。

#### 【0044】

ついで、この中空予備成形体に50℃で400時間の真空乾燥を行ったこと、加熱炉9、加熱炉12の温度がいずれも220℃であったこと、紡糸速度が2m/分であったことを除いては、実施例1と同様にして紡糸して中空光ファイバを製造した。ファイバ径1.05mm、中空部の直径0.53mm、クラッドの厚み0.02mmの中空プラスチック光ファイバが連続的に得られた。中空コア部の屈折率は1.47である。

clad whose thickness is about 50 micrometers at the wall surface of a hollow part was formed.

#### [0043]

When the similar optical observation as an example 1 was performed about this hollow optical fiber, the favorable light has been observed as the example 1.

Moreover, the transmission loss of this hollow optical fiber was 0.50dB/m.

#### Example 3

Resin for hollow cores was the acry pet (a brand name, Mitsubishi Rayon Co., Ltd. polymethyl methacrylate) to whom the vacuum degassing process of 120 hours is beforehand applied at 70 degree C. The melting temperature of resin was 220 degree C. After maintaining 10 minutes of the pressures in a container by 10 kgf/cm<sup>2</sup> by Ar gas, it cooling-solidified by raising Ar gas pressure to 50 kgf/cm<sup>2</sup> further, and maintaining 30 minutes. The hollow reserve compact was manufactured as the example 1 except the above.

#### [0044]

Subsequently, vacuum drying of 400 hours was performed to this hollow reserve compact at 50 degree C. Each temperature of a heating furnace 9 and the heating furnace 12 was 220 degree C. The spinning velocity was 2 m/min. Except the above, spinning was performed as the example 1 and the hollow optical fiber was manufactured.

The hollow plastic optical fiber with the diameter of 1.05 mm of fiber, a diameter of a hollow part 0.53 mm, and a thickness of a clad 0.02 mm was obtained continuously.

The refractive index of a hollow core part is 1.47.

**【0045】**

この光ファイバを3mの長さに切断し、その一方から白色光線を入射したところ、他端からは良好な光が観測された。また、波長660nmのレーザ光を用いて5m-1mカットバック法で伝送損失を測定したところ、0.49dB/mであった。

**実施例4**

内径20mmのガラス製試験管の内壁に実施例1で用いた離型剤を塗布し、また直径9.5mmのガラス棒の表面に外径11mm、内径10mmのポリテトラフルオロエチレンチューブを被覆して芯材とし、この芯材を試験管の軸心部に立設して型にした。

**【0046】**

この型を用いて、実施例1と同様にして中空予備成形体を製造し、更に中空光ファイバを紡糸した。得られた中空光ファイバは、そのファイバ径が1.05mm、中空部の直径0.47mm、クラッドの厚みは0.02mmであり、また、光伝達能や伝送損失は、実施例1の光ファイバと略同じであった。

**【0047】****実施例5**

全体がステンレス鋼から成り、内径が25mm、芯材の直径が10mmであり、全体形状は実施例1で用いた形状と同じである型の芯材に、内径10mm、肉厚1mmのゴムチューブをかぶせ、更にその上から外径13

**[0045]**

This optical fiber is cut in length of 3m, and white light is incidented from one of these. The light favorable from another end was observed.

Moreover, when the transmission loss was measured by the 5m-1m cutback method using the laser radiation with a wavelength of 660 nm, it was 0.49dB/m.

**Example 4**

Mold releasing agent used in the example 1 is applied to the inner wall of a glass-made test tube with an internal diameter of 20 mm.

Moreover a polytetrafluoroethylene tube with an outer diameter of 11 mm and an internal diameter of 10 mm is coated on the surface of a glass rod with a diameter of 9.5 mm, and it does as a core material. This core material was installed to the axial center part of a test tube, and it made the mold.

**[0046]**

A hollow reserve compact is manufactured as an example 1 using this mold.

Furthermore spinning of the hollow optical fiber was performed.

The obtained hollow optical fiber, that diameter of fiber is 1.05 mm, the diameter of a hollow part is 0.47 mm and the thickness of a clad is 0.02 mm.

Moreover, the optical transmittance ability and the transmission loss were almost same as that of the optical fiber of an example 1.

**[0047]****Example 5**

Everything consists of stainless steel and an internal diameter is 25 mm and the diameter of a core material is 10 mm.

To the core material of the mold as the shape where it used in the example 1 with the same entire shape, A rubber tube with an internal diameter of 10 mm and a thickness of 1 mm is put.



mm, 内径 12 mm のポリテトラフルオロエチレンチューブを被覆した。

**【0048】**

この型を用いて実施例 1 と同様にして中空予備成形体を製造した。ただし、冷却固化時における各分割ヒータの動作停止間隔は 15 分とした。中空予備成形体を型から離型する作業は非常に円滑であった。得られた中空予備成形体を実施例 1 と同様の条件で紡糸した。得られた中空光ファイバは、そのファイバ径が 1.05 mm, 中空部の直径が 0.52 mm, クラッドの厚みは 0.02 mm であった。

**【0049】**

この光ファイバを 3 m の長さに切断し、その一方から白色光線を入射したところ、他端からは良好な光が観測された。また、波長 660 nm のレーザ光を用いて 5 m-1 m カットバック法で伝送損失を測定したところ、0.50 dB/m であった。

**実施例 6**

実施例 5 で用いた型の芯材の外側に線径 0.5 mm の銅線を螺旋状に巻回し、その上から実施例 5 で用いたポリテトラフルオロエチレンチューブを被覆して型としたことを除いては、実施例 5 と同様にして中空予備成形体を製造し、更に中空光ファイバを紡糸した。このとき、型から中空予備成形体は非常に円滑に離型することができた。

**【0050】**

Furthermore the polytetrafluoroethylene tube with an outer diameter of 13 mm and an internal diameter of 12 mm was coated from on that.

**[0048]**

The hollow reserve compact was manufactured as the example 1 using this mold.

However, the stop space of each divide heater at the time of cooling solidification of operation was performed in 15 minutes.

Operation which performs the release of the hollow reserve compact from a mold was very smooth.

Spinning was performed the obtained hollow reserve compact on the similar conditions as an example 1.

The obtained hollow optical fiber, That diameter of fiber is 1.05 mm and the diameter of a hollow part is 0.52 mm and the thickness of a clad is 0.02 mm.

**[0049]**

This optical fiber is cut in length of 3m, and white light is incidented from one of these. The favorable light from another end was observed.

Moreover, when the transmission loss was measured by the 5 m-1m cutback method using the laser radiation with a wavelength of 660 nm, it was 0.50dB/m.

**Example 6**

The copper wire of 0.5 mm of wire diameters is spirally wound on the outside of the core material of the mold used in the example 5.

The polytetrafluoroethylene tube used in the example 5 was coated from on that, and it made the mold. Except the above, the hollow reserve compact was manufactured as the example 5, and spinning of the hollow optical fiber was performed further.

At this time, the release of the hollow reserve compact was able to be very smoothly performed from the mold.

**[0050]**

得られた中空光ファイバは、断面形状は実施例 5 と同じであり、また光の伝達性と伝送損失も同じであった。

#### 実施例 7

実施例 5 で用いた型の芯材に沿わせて線径 0.5 mm の銅線を密着させて配置し、その上から実施例 5 で用いたポリテトラフルオロエチレンチューブを被覆して型としたことを除いては、実施例 5 と同様にして中空予備成形体を製造し、更に中空光ファイバを紡糸した。このとき、型から中空予備成形体は非常に円滑に離型することができた。

#### 【0051】

得られた中空光ファイバは、断面形状は実施例 5 と同じであり、また光の伝達性と伝送損失も同じであった。

#### 【0052】

#### 【発明の効果】

以上の説明で明らかなように、本発明方法で製造した中空プラスチック光ファイバは、大きな光量を伝送することができ、その伝送損失も小さく、ライトガイドとして非常に有用である。これは、中空光ファイバの前駆体である中空予備成形体が、真空脱泡処理されることによりボイドや巣が存在せず、または、溶融体を下方から上方へと順次冷却固化することにより内部歪みの蓄積が除去されていることがもたらす効果である。

The obtained hollow optical fiber of a cross-sectional shape is the same as that of an example 5.

Moreover the transferability and the transmission loss of a light also was the same.

#### Example 7

It places by making the core material of the mold used in the example 5 follow, and contact the copper wire of 0.5 mm of wire diameters. The polytetrafluoroethylene tube used in the example 5 was coated from on that, and it made the mold. A hollow reserve compact is manufactured as an example 5 except an above.

Furthermore spinning of the hollow optical fiber was performed.

At this time, the release of the hollow reserve compact was able to be very smoothly performed from the mold.

#### [0051]

The obtained hollow optical fiber of a cross-sectional shape is the same as that of an example 5.

Moreover the transferability and the transmission loss of a light were also same.

#### [0052]

#### [EFFECT OF THE INVENTION]

Clearly from the above explanation, the hollow plastics optical fiber manufactured by the method of this invention can transmit a large light quantity, and that transmission loss of it is also small, and it is very useful as a light guide.

Neither a void, nor a nest exists by performing the vacuum degassing process of the hollow reserve compact whose this is the precursor of a hollow optical fiber. Or, it removes accumulation of an internal distortion by cooling-solidifying the melting body in the order of the upward toward from a lower part. It is the effect which these bring.

## 【図面の簡単な説明】

## [BRIEF EXPLANATION OF DRAWINGS]

## 【図 1】

本発明方法で用いる有底円筒型の 1 例を示す一部切欠斜視図である。

## [FIGURE 1]

It is the partially notched perspective diagram showing 1 example of the base cylindrical mold used by the method of this invention.

## 【図 2】

有底円筒型の別の例を示す斜視図である。

## [FIGURE 2]

It is the perspective diagram showing another example of a base cylindrical mold.

## 【図 3】

本発明方法で用いる密閉容器を示す断面図である。

## [FIGURE 3]

It is the sectional view showing the sealing container used by the method of this invention.

## 【図 4】

本発明方法で用いる紡糸装置の 1 例を示す概略図である。

## [FIGURE 4]

It is the schematic showing 1 example of the spinning device used by the method of this invention.

## 【図 5】

本発明方法で中空部にクラッドを形成するために用いる密閉容器の 1 例を示す断面図である。

## [FIGURE 5]

It is the sectional view showing 1 example of the sealing container used in order to form a clad in a hollow part by the method of this invention.

## 【符号の説明】

- 1 有底円筒型
- 1 a 有底円筒体
- 1 b 芯材
- 1 c 有底円筒体 1 a の底部
- 1 d 有底円筒体 1 a の開口部
- 1 e 有底円筒型 1 の中空部
- 2 密閉容器
- 2 a 容器本体
- 2 b 蓋
- 3 a, 3 b, 3 c, 3 d, 3 e 分割ヒータ
- 4 a, 4 b, 4 c, 4 d, 4 e 冷却手段
- 5 圧力計
- 6 配管系統

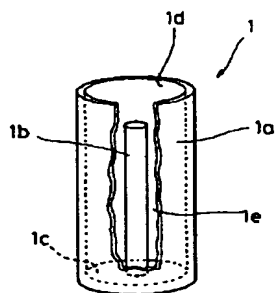
## [EXPLANATION OF DRAWING]

- 1 Base cylindrical mold
- 1a Base cylindrical body
- 1b Core material
- 1c The bottom part of base cylindrical body
- 1d The opening of base cylindrical body 1a
- 1e The hollow part of the base cylindrical mold 1
- 2 Sealing container
- 2a The main body of a container
- 2b Lid
- 3a, 3b, 3c, 3d, 3e Divide heaters
- 4a, 4b, 4c, 4d, and 4e Cooling means
- 5 Pressure indicator
- 6 Piping system
- 6a Switching valve
- 6b Piping to a vacuum pump

- |                                 |               |           |                                      |
|---------------------------------|---------------|-----------|--------------------------------------|
| 6 a                             | 切換えバルブ        | 6c        | Piping to an inert-gas supply source |
| 6 b                             | 真空ポンプへの配管     | 7         | Leak valve                           |
| 6 c                             | 不活性ガス給源への配管   | 8         | Chuck                                |
| 7                               | リークバルブ        | 9         | Heating furnace                      |
| 8                               | チャック          | 10        | Taking-over machine                  |
| 9                               | 加熱炉           | 11        | 2 divided dice                       |
| 10                              | 引取り機          | 12        | Heating furnace                      |
| 11                              | 2つ割りダイス       | 13        | Sealing container                    |
| 12                              | 加熱炉           | 13a       | The main body of a container         |
| 13                              | 密閉容器          | 13b       | Lid                                  |
| 13 a                            | 容器本体          | 14a       | The inlet tube of inert gas          |
| 13 b                            | 蓋             | 14b       | Switching valve                      |
| 14 a                            | 不活性ガスの導入管     | A         | Hollow reserve compact               |
| 14 b                            | 切換えバルブ        | a1 and a2 | Hollow plastics optical fiber        |
| A                               | 中空予備成形体       |           |                                      |
| a <sub>1</sub> , a <sub>2</sub> | 中空プラスチック光ファイバ |           |                                      |

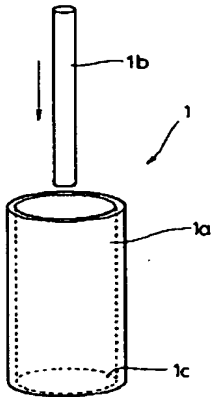
【図 1】

[FIGURE 1]



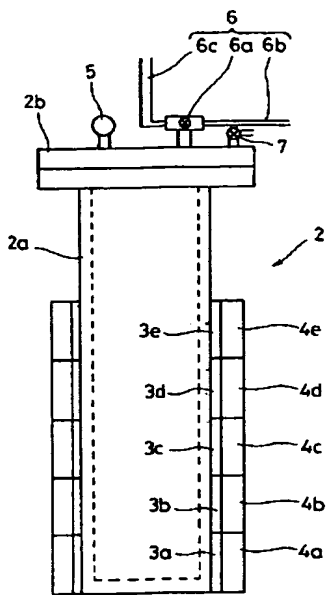
【図 2】

[FIGURE 2]



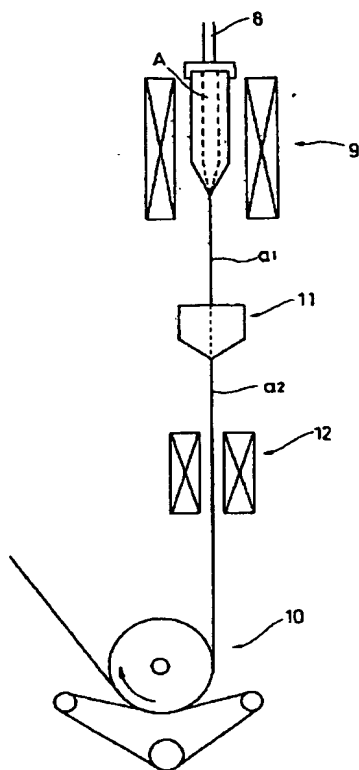
【図 3】

[FIGURE 3]



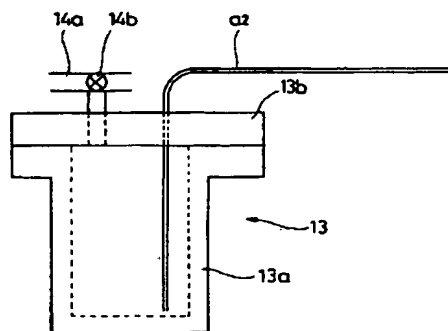
【図 4】

[FIGURE 4]



【図 5】

[FIGURE 5]





## DERWENT TERMS AND CONDITIONS

*Derwent shall not in any circumstances be liable or responsible for the completeness or accuracy of any Derwent translation and will not be liable for any direct, indirect, consequential or economic loss or loss of profit resulting directly or indirectly from the use of any translation by any customer.*

Derwent Information Ltd. is part of The Thomson Corporation

Please visit our home page:

["WWW.DERWENT.CO.UK"](http://WWW.DERWENT.CO.UK) (English)

["WWW.DERWENT.CO.JP"](http://WWW.DERWENT.CO.JP) (Japanese)